

### **Einparkhilfe**

Die Erfindung betrifft eine Einparkhilfe für ein Fahrzeug.

Die Erfindung betrifft ebenso ein  
Parklückenvermessungsmodul für ein Fahrzeug.

Die Erfindung betrifft auch ein Verfahren zum Vermessen  
einer Parklücke für ein Fahrzeug.

Aufgabe der Erfindung ist es, eine Einparkhilfe und ein  
Parklückenvermessungsmodul und ein Verfahren zu schaffen,  
die/das ein Vermessen einer Parklücke, insbesondere für ein  
automatisches Fahren oder Lenken des Fahrzeugs oder eine  
Unterstützung des Fahrers während seiner Lenktätigkeit beim  
Einfahren in eine Parklücke, auf relativ einfache und  
komfortable Weise ermöglicht.

Die Aufgabe wird durch die Merkmale der unabhängigen  
Patentansprüche gelöst.

Bevorzugte Ausgestaltungen sind in den Unteransprüchen  
angegeben.

Die Aufgabe wird durch eine Einparkhilfe für ein Fahrzeug  
gelöst, die dadurch gekennzeichnet ist, dass die  
Einparkhilfe ein autonomes Fahren oder Lenken des Fahrzeugs  
auf einer Bahn für ein Einfahren in eine Parklücke  
ermöglicht oder einen Fahrer des Fahrzeugs bei einem  
Einparkvorgang auf der Bahn für das Einfahren in die  
Parklücke unterstützt, mittels eines auf das Lenkrad  
aufgebrachten Lenkmoments, wobei der Fahrer durch

mindestens einen künstlichen Lenkanschlag, vorzugsweise ein oder zwei künstliche Lenkanschläge, auf der Bahn für das Einfahren in die Parklücke geführt wird, und dass eine Vermessung der Parklücke durch eine seitliche Abstandsmessung und eine Positionsbestimmung aus Signalen von Raddrehzahlsensoren und einem Lenkwinkelsensor erfolgt.

Bei einer Ausführungsform nach der Erfindung werden dem Fahrer komfortable Handlungsanweisungen durch haptische Rückmeldungen gegeben. Dabei bleibt sichergestellt, dass der Fahrer während des Einparkvorganges diese Handlungsanweisungen umsetzt oder bewusst überstimmt.

Bei einer alternativen Ausführungsform nach der Erfindung wird das Fahrzeug automatisch auf einer bestimmten Bahn in eine Parklücke gelenkt.

Die Aufgabe wird auch durch ein Parklückenvermessungsmodul für ein Fahrzeug, insbesondere für eine Einparkhilfe nach der Erfindung, gelöst, bei dem eine Vermessung einer Parklücke durch eine seitliche Abstandsmessung und eine Positionsbestimmung aus Signalen von Raddrehzahlsensoren und einem Lenkwinkelsensor erfolgt.

Die Aufgabe wird auch durch ein Verfahren zum Vermessen einer Parklücke für ein Fahrzeug, insbesondere für eine Einparkhilfe nach der Erfindung, gelöst, das dadurch gekennzeichnet ist, dass eine Vermessung der Parklücke durch eine seitliche Abstandsmessung und eine Positionsbestimmung aus einem Lenkwinkel, vorzugsweise mit einem Lenkwinkelsensor gemessener Lenkwinkel, und einer Wegänderungs-Information, vorzugsweise auf Grundlage von Raddrehzahlsensoren gemessener Weg, erfolgt.

Die Erfindung dient insbesondere einer Vermessung einer Parklücke für rückwärts Einparken. Dabei wird die Parklücke aus den Sensorsignalen im Vorbeifahren des Fahrzeugs an der Parklücke erkannt und vermessen.

Es ist nach der Erfindung vorgesehen, dass das Vermessen der Parklücke erfolgt durch eine Aufteilung in folgende Schritte:

- eine grobe Erkennung von Ecken der die Parklücke begrenzenden Objekte oder Fahrzeuge, insbesondere der Fahrzeugecken vor und hinter der Parklücke,
- eine Bestimmung gültiger Bereiche für Fronten der die Parklücke begrenzenden Objekte oder Fahrzeuge, insbesondere der Fahrzeugecken vor und hinter der Parklücke,
- eine Bestimmung der Fronten der die Parklücke begrenzenden Objekte oder Fahrzeuge, insbesondere der Fahrzeugfronten vor und hinter der Parklücke,
- eine Berechnung der Ecken der die Parklücke begrenzenden Objekte oder Fahrzeuge, insbesondere der Fahrzeugecken vor und hinter der Parklücke, aus diesen gültigen Bereichen.

Dass bedeutet es werden nach einem zunächst groben Erkennen der Parklücke Toleranzbereiche festgelegt. Danach wird die Fahrzeugfront ausgerichtet (Geradengleichung). Dann wird eine Abweichung der Messsignale von den ermittelten Signalen bestimmt. In Abhängigkeit von den Abweichungen werden die Eckpositionen ermittelt. Schließlich wird die Parklücke bestimmt bzw. vermessen, d.h. deren Größe und Position relativ zum einzuparkenden Fahrzeug ermittelt.

Es ist nach der Erfindung vorgesehen, dass die Signale der

Raddrehzahlsensoren Interrupt-Signale der hinteren Raddrehzahlsensoren der Räder einer Hinterachse (Hinterräder) sind und dass nach Maßgabe dieser vorzugsweise gemittelten Signale eine gefahrene Wegänderung des Hinterachsmittelpunktes, insbesondere bezüglich eines kartesischen Koordinatensystems, ermittelt wird.

Es ist nach der Erfindung vorgesehen, dass eine kartesisches Koordinatensystem als "globales" kartesisches Koordinatensystem in einer Initialisierungsphase für einen Einparkvorgang festgelegt wird.

Es ist nach der Erfindung vorgesehen, dass eine Wegänderung des Hinterachsmittelpunktes des Fahrzeugs sowie ein von dem Lenkwinkelsensor gemessener Lenkwinkel  $\delta_{ist}$  zur einer kontinuierlichen Positions- und Gierwinkelbestimmung ( $\Psi$ ) relativ zu einem beim Start gesetzten Koordinatensystem berechnet wird.

Es ist nach der Erfindung vorgesehen, dass eine aktuelle Position des Fahrzeugs ermittelt wird, mit den folgenden Schritten:

- Bestimmung einer Strecke  $\Delta s$ , um die sich das Fahrzeug seit einem letzten Abtastschritt bewegt hat, auf Grundlage von den Raddrehzahlsensor-Signalen und einem Skalierungsfaktor,
- Berechnung des Gierwinkel  $\Psi_{ist}$  des Fahrzeugs auf Grundlage der bestimmten Strecke  $\Delta s$ , den Lenkwinkelsensor-Signalen und dem Radstand  $l$  des Fahrzeugs,
- Ermittlung des jeweils aktuellen Gierwinkel  $\Psi_{ist}$  mittels der rekursiven Gleichung

$$\Psi_{ist}(k+1) = \Psi_{ist}(k) + \frac{\Delta s}{l} * \sin(\delta_{ist})$$

- Bestimmung der aktuellen x-Istposition  $x_{ist}$  und y-Istposition  $y_{ist}$  des Hinterachsmittelpunktes aus dem aktuellen Gierwinkel und aktuellen Lenkwinkel.

Es ist nach der Erfindung vorgesehen, dass auf Grundlage einer kontinuierlich ermittelten Position und eines kontinuierlich ermittelten Gierwinkels ( $\Psi$ ) relativ zu einem beim Start gesetzten Koordinatensystem sowie eines Abstandes  $d$  aus der seitlichen Abstandsmessung eine x-y-Position von die Parklücke begrenzenden Objektoberflächen relativ zu einem globalen Koordinatensystem berechnet werden.

Es ist nach der Erfindung vorgesehen, dass das Erkennen der Parklücke bzw. der die Parklücke begrenzenden Objektoberflächen unabhängig von gespeicherten Werten oder Zwischenwerten im wesentlichen nur aufgrund einer Änderung eines Abstandes  $d$  aus der seitlichen Abstandsmessung erfolgt.

Es ist nach der Erfindung vorgesehen, dass Messwerte bzw. Sensorsignale der seitlichen Abstandsmessung und/oder Positionsbestimmung zumindest teilweise gefiltert werden.

Es ist nach der Erfindung vorgesehen, dass ein (globales) kartesisches Koordinatensystem für einen Einparkvorgang festgelegt wird und das in Abhängigkeit von Sprüngen des Abstandswerts  $d$  am Parklückenanfang und Parklückende ein Toleranzbereich für die x-Koordinate vorgegeben oder ermittelt wird, in dem eine Ecke der die Parklücke begrenzenden Objekte oder Fahrzeuge liegen könnte.

Es ist nach der Erfindung vorgesehen, dass Fronten der die

Parklücke begrenzenden Fahrzeuge (Fahrzeugfronten vor und hinter der Parklücke) aus den gemessenen und außerhalb des Toleranzbereiches liegenden Werten ermittelt werden (d. h. ohne die in den Toleranzbereichen liegenden Werte) und die Fahrzeugfronten des vorherigen und des nachfolgenden Fahrzeugs vereinfacht als Geradengleichung beschrieben werden, wobei diese Gleichungen jeweils vorzugsweise durch die Methode der kleinsten Fehlerquadrate ermittelt werden.

Es ist nach der Erfindung vorgesehen, dass aus den Abweichungen der Messwerte von den ermittelten Geraden die genaue X-Position der Ecke ermittelt wird. Anschließend wird die ermittelte X-Koordinate der Ecke in die Geradengleichung eingesetzt, um die Y-Position der Ecke zu bestimmen.

Es ist nach der Erfindung vorgesehen, dass Fronten der die Parklücke begrenzenden Fahrzeuge (Fahrzeugfronten vor und hinter der Parklücke) ermittelt werden und dass von den ermittelten Fahrzeugfronten auf einen Verlauf einer Fahrbahnbegrenzung (Bordstein) geschlossen wird.

Es ist nach der Erfindung vorgesehen, dass die Ermittlung der Parklücke die folgenden Schritte aufweist:

- Warten auf eine erste Parklückenecke
- Passieren der ersten Parklückenecke
- Festlegung eines Toleranzbereiches für die erste Parklückenecke
- Festlegung eines Bereiches für eine erste Fahrzeugfront
- Berechnung einer Geradengleichung für die erste Fahrzeugfront
- Warten auf eine zweite Parklückenecke
- Berechnung der ersten Ecke
- Passieren der zweiten Ecke

- Festlegung eines Toleranzbereiches für die zweite Parklückenecke
- Warten auf einen gültigen Startbereich für ein Einparkensmanöver
- Festlegen des gültigen Bereiches für eine zweite Fahrzeugfront
- Kontinuierliche Berechnung der Geradengleichung für die zweite Fahrzeugfront
- Kontinuierliche Berechnung der zweiten Ecke
- Berechnen der Einfahrttrajektorie (Einfahrtbahn)

Die Erfindung wird nun anhand eines Ausführungsbeispiels und durch Abbildungen (Fig. 1 und Fig. 2) beispielhaft näher erläutert.

Fig. 1 zeigt die geometrischen Verhältnisse und Positionsparameter für eine Berechnung des Wegs in eine Parklücke.

Fig. 2 zeigt schematisch eine Parklücke und ein darin einzuparkendes Fahrzeug bei der Vermessung der Parklücke.

Gemäß der Erfindung werden Signale der Raddrehzahlsensoren, vorzugsweise die Interrupt-Signale der hinteren Raddrehzahlsensoren (*Wheel\_Interrupts\_RL* und *Wheel\_Interrupts\_RR*) verwendet, um eine gefahrene Wegänderung des Hinterachsmittelpunktes relativ zu einem globalen kartesischen Koordinatensystem zu ermitteln.

Die beobachteten Raddrehzahlsensoren-Signale werden dazu gemittelt.

Das globale kartesische Koordinatensystem wird in einer Initialisierungsphase für den gesamten Algorithmus jeweils

festgelegt.

Der Weg, d.h. die Wegänderung des Hinterachsmittelpunktes, wird zusammen mit dem gemessenen Lenkwinkel  $\delta_{ist}$  [rad] von einem Lenkwinkelsensor zur kontinuierlichen Positions- und Gierwinkelbestimmung ( $\Psi$ ) relativ zu einem beim Start gesetzten Koordinatensystem berechnet. Diese Situation ist in der Fig. 1 dargestellt, die das Koordinatensystem (X- und y-Achse), ein schematisch dargestelltes Fahrzeug mit einer lenkbaren Vorderachse 1 und Hinterachse 2 zeigt, die sich am Anfang hier in einer  $x_0/y_0$  Hinterachsposition am befindet.

Die aktuelle Position des Fahrzeugs wird vorteilhaft mit Hilfe von drei rekursiven Gleichungen bestimmt.

Es wird zunächst unter zu Hilfenahme von den Raddrehzahlsensor-Signalen und einem Skalierungsfaktor (scaling-Faktor *Mm\_per\_100\_teeth*) die Strecke  $\Delta s$ , vorzugsweise in der Einheit cm, berechnet, um die sich das Fahrzeug seit dem letzten Abtastschritt, hier insbesondere einem letzten Programmdurchlauf eines Reglerprogramms (der letzte Software loop), bewegt hat.

$$\Delta s = \frac{Wheel\_interrupts\_RR + Wheel\_interrupts\_RL}{2} * Mm\_per\_100\_teeth \quad (1)$$

Ist diese Strecke bekannt, wird anschließend mit Hilfe des Lenkwinkels am Rad und dem Radstand  $l$  des Fahrzeugs (siehe Fig. 1) der Gierwinkel  $\Psi_{ist}$  des Fahrzeugs berechnet.

Der neue Gierwinkel ergibt sich aus folgender rekursiven Formel:



$$\Psi_{ist}(k+1) = \Psi_{ist}(k) + \frac{\Delta s}{l} * \sin(\delta_{ist}) \quad (2)$$

Es kann nun aus Gierwinkel und Lenkwinkel die aktuelle x-Istposition  $x_{ist}$  und y-Istposition  $y_{ist}$  des Hinterachsmittelpunktes bestimmt werden:

$$x_{ist}(k+1) = x_{ist}(k) + \Delta s * \cos(\delta_{ist}(k)) * \cos(\Psi_{ist}(k+1)) \quad (3)$$

$$y_{ist}(k+1) = y_{ist}(k) + \Delta s * \cos(\delta_{ist}(k)) * \sin(\Psi_{ist}(k+1)) \quad (4)$$

Mit dieser Positionsinformation kann nun die Parklücke durch einen seitlich ausgerichteten Sensor vermessen werden (siehe Fig. 2).

In der Fig. 2 fährt ein Fahrzeug 3 an einer Parklücke 4 vorbei, die von zwei Fahrzeugen 5,6 bzw. deren Fahrzeugfronten 7,8 und Fahrzeugecken 9,10 begrenzt wird. Das Fahrzeug 3 besitzt einen Sensor, der einen seitlichen Abstand erfassen kann, hier dargestellt durch einen Sensorstrahl 11.

Aus dem seitlich gemessenen Abstand  $d$  wird zusammen mit der Positionsänderung des Hinterachsmittelpunktes und dem Gierwinkel  $\Psi$  die  $x$ - $y$ -Position der detektierten Objektoberflächen relativ zum globalen Koordinatensystem berechnet.

Liegen mehrere  $y$ -Messwerte für einen  $x$ -Wert vor, so werden diese Werte gemittelt oder es wird der  $y$ -Wert verwendet, der am weitesten in die Fahrbahn ragt (ungünstigster Fall).

Das Erkennen der Parklückenecken erfolgt unabhängig von diesen gespeicherten Werten nur aufgrund der Änderung des vom Sensor gemessenen Abstandes  $d$ .

Damit einzelne "falsche" Messwerte (Ausreißer) nicht als Ecken erkannt werden, erfolgt eine Filterung, insbesondere nur "schwache" Filterung, des Signals zur Glättung der Ausreißer. Gleichzeitig erfolgt auch eine Filterung des Signals, insbesondere eine "starke" Filterung, zur Glättung der eigentlichen Ecken. Die Differenz zwischen diesen Signalen entspricht der Erkennungsgüte der Ecken, und wird mit einem Schwellwert verglichen. Bei Überschreitung des Schwellwertes wird das Passieren einer Ecke angenommen.

Um die erkannte Eckenposition wird ein Toleranzbereich für die x-Koordinate angenommen, in dem die Ecke liegen könnte. Die berechneten Positionen der Objektoberfläche, die in einem definierten x-Bereich vor dem Toleranzbereich der ersten Ecke gemessen wurden, gelten dann als Teil der ersten Fahrzeugfront.

Die Daten zwischen den beiden Eckenbereichen werden analog zur Parklücke gezählt, die nach der zweiten Ecke zur zweiten Fahrzeugfront.

Aufgrund der erkannten Bereiche Fahrzeugfront1 7, Parklücke 4, Fahrzeugfront2 8, können dann aus den gespeicherten Messdaten die Koordinaten der Parklücke berechnet werden.

Die Fahrzeugfronten des vorherigen und des nachfolgenden Fahrzeugs werden vereinfacht als Geradengleichung beschrieben. Diese Gleichungen werden jeweils vorzugsweise durch die Methode der kleinsten Fehlerquadrate (Least-Square Verfahren) ermittelt.

Die Abweichung der gemessenen y-Koordinaten von der Fahrzeugfront - Geradengleichungen im Toleranzbereichen wird gemittelt und eingesetzt, um Aufschluss über Anfang und Ende der Parklücke zu geben.

Bei Überschreitung einer Abweichungsschwelle werden die beiden x-Koordinaten  $x_{edge1}$ ,  $x_{edge2}$  der Parklückenecken jeweils bestimmt. Die y-Koordinaten der beiden Parklückenecken  $y_{edge1}$ ,  $y_{edge2}$  werden durch das Einsetzen der  $x_{edge1}$ ,  $x_{edge2}$  in die jeweiligen Gleichungen der Fahrzeugfronten berechnet.

Um eine vorhandene Rechenleistung über den gesamten Messvorgang besser zu verteilen, wird sie auf folgende Zustände verteilt:

- Warten auf die erste Parklückenecke
- Passieren der ersten Parklückenecke
- Festlegung des Toleranzbereiches für die erste Parklückenecke
- Festlegung des Bereiches für die erste Fahrzeugfront
- Berechnung der Geradengleichung für die ersten Fahrzeugfront
- Warten auf zweite Parklückenecke
- Berechnung der ersten Ecke
- Passieren der zweiten Ecke
- Festlegung des Toleranzbereiches für die zweite Parklückenecke
- Warten auf gültigen Startbereich für das Einparkensmanöver
- Festlegen des gültigen Bereiches für die zweite Fahrzeugfront

- Kontinuierliche
- Berechnung der Geradengleichung für die zweite Fahrzeugfront
- Kontinuierliche Berechnung der zweiten Ecke
- Berechnen der Einfahrtrajektorie

Die Einfahrtrajektorie (Einfahrtbahn) kann einmalig ohne weitere Messungen berechnet werden. Weitere Messungen während des Einparkvorganges können genutzt werden, um die Berechnung der zweiten Fahrzeugfront zu aktualisieren. In diesem Fall ist aber auch die Neuberechnung der Trajektorie (Bahn) erforderlich.

Das Verfahren bietet auch den Vorteil, auf eine Bordsteinvermessung zu verzichten. In diesem Fall wird von den Fahrzeugfronten 7,8 auf den Bordstein geschlossen.

**Patentansprüche**

1. Einparkhilfe für ein Fahrzeug,  
dadurch gekennzeichnet, dass die Einparkhilfe ein autonomes Fahren oder Lenken des Fahrzeugs auf einer Bahn für ein Einfahren in eine Parklücke ermöglicht oder einen Fahrer des Fahrzeugs bei einem Einparkvorgang auf der Bahn für das Einfahren in die Parklücke unterstützt, mittels eines auf das Lenkrad aufgebrachten Lenkmoments, wobei der Fahrer durch mindestens einen künstlichen Lenkanschlag, vorzugsweise ein oder zwei künstliche Lenkanschläge, auf der Bahn für das Einfahren in die Parklücke geführt wird,  
und dass eine Vermessung der Parklücke durch eine seitliche Abstandsmessung und eine Positionsbestimmung aus Signalen von Raddrehzahlsensoren und einem Lenkwinkelsensor erfolgt.
2. Parklückenvermessungsmodul für ein Fahrzeug, insbesondere für eine Einparkhilfe nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass eine Vermessung einer Parklücke durch eine seitliche Abstandsmessung und eine Positionsbestimmung aus Signalen von Raddrehzahlsensoren und einem Lenkwinkelsensor erfolgt.
3. Verfahren zum Vermessen einer Parklücke für ein Fahrzeug, insbesondere für eine Einparkhilfe nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass eine Vermessung der Parklücke durch eine seitliche Abstandsmessung und

eine Positionsbestimmung aus einem Lenkwinkel, vorzugsweise mit einem Lenkwinkelsensor gemessener Lenkwinkel, und einer Wegänderungs-Information, vorzugsweise auf Grundlage von Raddrehzahlsensoren gemessener Weg, erfolgt.

4. Einparkhilfe oder Parklückenvermessungsmodul oder Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Ermittlung der Parklücke die folgenden Schritte aufweist:
  - grobe Erkennung von Ecken der die Parklücke begrenzenden Objekte oder Fahrzeuge, insbesondere der Fahrzeugecken vor und hinter der Parklücke,
  - Bestimmung gültiger Bereiche für Fronten der die Parklücke begrenzenden Objekte oder Fahrzeuge, insbesondere der Fahrzeugfronten vor und hinter der Parklücke,
  - Bestimmung der Fronten der die Parklücke begrenzenden Objekte oder Fahrzeuge, insbesondere der Fahrzeugfronten vor und hinter der Parklücke, und
  - Berechnung der Ecken der die Parklücke begrenzenden Objekte oder Fahrzeuge, insbesondere der Fahrzeugecken vor und hinter der Parklücke, aus diesen gültigen Bereichen.
5. Einparkhilfe oder Parklückenvermessungsmodul oder Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Signale der Raddrehzahlsensoren Interrupt-Signale der hinteren Raddrehzahlsensoren der Räder einer Hinterachse (Hinterräder) sind und dass nach Maßgabe dieser vorzugsweise gemittelten Signale eine gefahrene Wegänderung des Hinterachsmittelpunktes, insbesondere bezüglich eines kartesischen Koordinatensystems,

ermittelt wird.

6. Einparkhilfe oder Parklückenvermessungsmodul oder Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass eine kartesisches Koordinatensystem als "globales" kartesisches Koordinatensystem in einer Initialisierungsphase für einen Einparkvorgang festgelegt wird.
7. Einparkhilfe oder Parklückenvermessungsmodul oder Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass eine Wegänderung des Hinterachsmittelpunktes des Fahrzeugs sowie ein von dem Lenkwinkelsensor gemessener Lenkwinkel  $\delta_{ist}$  zur einer kontinuierlichen Positions- und Gierwinkelbestimmung ( $\Psi$ ) relativ zu einem beim Start gesetzten Koordinatensystem berechnet wird.
8. Einparkhilfe oder Parklückenvermessungsmodul oder Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass eine aktuelle Position des Fahrzeugs ermittelt wird, mit den folgenden Schritten:
  - Bestimmung einer Strecke  $\Delta s$ , um die sich das Fahrzeug seit einem letzten Abtastschritt bewegt hat, auf Grundlage von den Raddrehzahlsensor-Signalen und einem Skalierungsfaktor,
  - Berechnung des Gierwinkel  $\Psi_{ist}$  des Fahrzeugs auf Grundlage der bestimmten Strecke  $\Delta s$ , den Lenkwinkelsensor-Signalen und dem Radstand  $l$  des Fahrzeugs,
  - Ermittlung des jeweils aktuellen Gierwinkel  $\Psi_{ist}$  mittels der rekursiven Gleichung

$$\Psi_{ist}(k+1) = \Psi_{ist}(k) + \frac{\Delta s}{l} * \sin(\delta_{ist})$$

- Bestimmung der aktuellen x-Istposition  $x_{ist}$  und y-Istposition  $y_{ist}$  des Hinterachsmittelpunktes aus dem aktuellen Gierwinkel und aktuellen Lenkwinkel.

9. Einparkhilfe oder Parklückenvermessungsmodul oder Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass auf Grundlage einer kontinuierlich ermittelten Position und eines kontinuierlich ermittelten Gierwinkels ( $\Psi$ ) relativ zu einem beim Start gesetzten Koordinatensystem sowie eines Abstandes d aus der seitlichen Abstandsmessung eine x-y-Position von die Parklücke begrenzenden Objektoberflächen relativ zu einem globalen Koordinatensystem berechnet werden.
10. Einparkhilfe oder Parklückenvermessungsmodul oder Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass das Erkennen der Parklücke bzw. der die Parklücke begrenzenden Objektoberflächen unabhängig von gespeicherten Werten oder Zwischenwerten im wesentlichen nur aufgrund einer Änderung eines Abstandes d aus der seitlichen Abstandsmessung erfolgt.
11. Einparkhilfe oder Parklückenvermessungsmodul oder Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, dass Messwerte bzw. Sensorsignale der seitlichen Abstandsmessung und/oder Positionsbestimmung zumindest teilweise gefiltert werden.



12. Einparkhilfe oder Parklückenvermessungsmodul oder Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, dass ein (globales) kartesisches Koordinatensystem für einen Einparkvorgang festgelegt wird und das in Abhängigkeit von Sprüngen des Abstandswerts  $d$  am Parklückenanfang und Parklückenende ein Toleranzbereich für die  $x$ -Koordinate vorgegeben oder ermittelt wird, in dem eine Ecke der die Parklücke begrenzenden Objekte oder Fahrzeuge liegen könnte.
13. Einparkhilfe oder Parklückenvermessungsmodul oder Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 12, dadurch gekennzeichnet, dass Fronten der die Parklücke begrenzenden Fahrzeuge (Fahrzeugfronten vor und hinter der Parklücke) aus den gemessenen und außerhalb des Toleranzbereiches liegenden Werten ermittelt werden und die Fahrzeugfronten des vorherigen und des nachfolgenden Fahrzeugs vereinfacht als Geradengleichung beschrieben werden, wobei diese Gleichungen jeweils vorzugsweise durch die Methode der kleinsten Fehlerquadrate ermittelt werden.
14. Einparkhilfe oder Parklückenvermessungsmodul oder Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 13, dadurch gekennzeichnet, dass aus den Abweichungen der Messwerte von den ermittelten Geraden die genaue  $X$ -Position der Ecke ermittelt wird.
15. Einparkhilfe oder Parklückenvermessungsmodul oder Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 14, dadurch gekennzeichnet, dass Fronten der die Parklücke begrenzenden Fahrzeuge (Fahrzeugfronten vor und hinter der Parklücke) ermittelt werden und dass von den

ermittelten Fahrzeugfronten auf einen Verlauf einer Fahrbahnbegrenzung (Bordstein) geschlossen wird.

16. Einparkhilfe oder Parklückenvermessungsmodul oder Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 15, dadurch gekennzeichnet, dass die Ermittlung der Parklücke die folgenden Schritte aufweist:
- Warten auf eine erste Parklückenecke
  - Passieren der ersten Parklückenecke
  - Festlegung eines Toleranzbereiches für die erste Parklückenecke
  - Festlegung eines Bereiches für eine erste Fahrzeugfront
  - Berechnung einer Geradengleichung für die erste Fahrzeugfront
  - Warten auf eine zweite Parklückenecke
  - Berechnung der ersten Ecke
  - Passieren der zweiten Ecke
  - Festlegung eines Toleranzbereiches für die zweite Parklückenecke
  - Warten auf einen gültigen Startbereich für ein Einparkensmanöver
  - Festlegen des gültigen Bereiches für eine zweite Fahrzeugfront
  - Kontinuierliche Berechnung der Geradengleichung für die zweite Fahrzeugfront
  - Kontinuierliche Berechnung der zweiten Ecke
  - Berechnen der Einfahrtrajektorie

### **Zusammenfassung**

#### **Einparkhilfe**

Bei einer Einparkhilfe für ein Fahrzeug, bei der ein autonomes Fahren oder Lenken des Fahrzeugs auf einer Bahn für ein Einfahren in eine Parklücke ermöglicht oder einen Fahrer des Fahrzeugs bei einem Einparkvorgang auf der Bahn für das Einfahren in die Parklücke unterstützt wird, mittels eines auf das Lenkrad aufgebrachten Lenkmoments, wobei der Fahrer durch mindestens einen künstlichen Lenkanschlag, vorzugsweise ein oder zwei künstliche Lenkanschläge, auf der Bahn für das Einfahren in die Parklücke geführt wird, erfolgt eine Vermessung der Parklücke durch eine seitliche Abstandsmessung und eine Positionsbestimmung aus Signalen von Raddrehzahlsensoren und einem Lenkwinkelsensor.

(Fig. 1)